

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 8 月 12 日 (12.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/068746 A1(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H04B 10/105, G01S 7/48, G02B 13/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/001034

(22) 国際出願日: 2003 年 1 月 31 日 (31.01.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 二郎 (SUZUKI, Jiro) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内

Tokyo (JP). 平野 嘉仁 (HIRANO, Yoshihito) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 俊行 (ANDO, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 玉川 恭久 (TAMAGAWA, Yasuhisa) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 田澤 博昭, 外 (TAZAWA, Hiroaki et al.); 〒100-0013 東京都千代田区霞が関三丁目 7 番 1 号 大東ビル 7 階 Tokyo (JP).

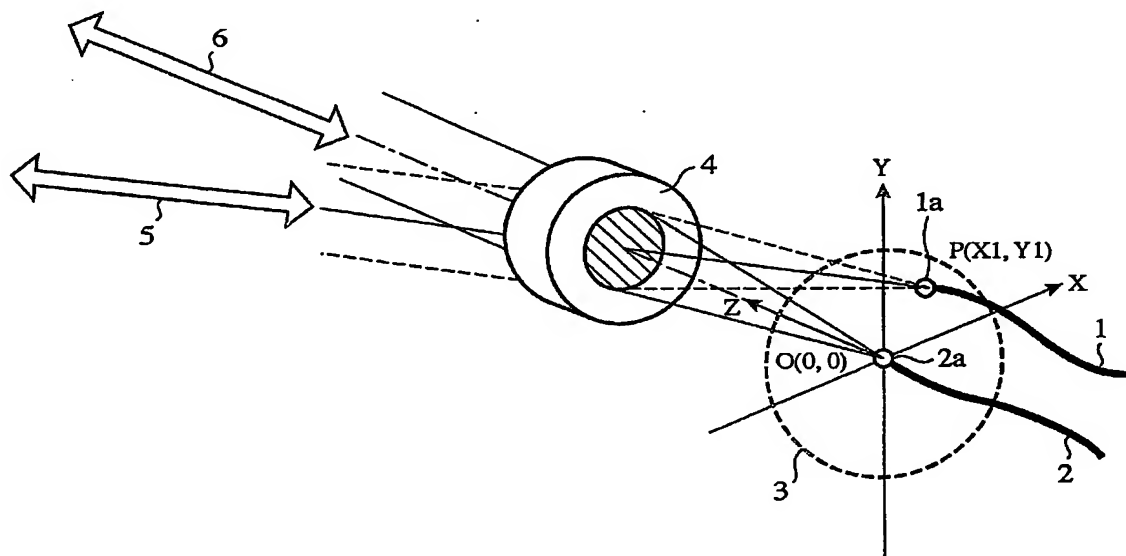
(81) 指定国 (国内): JP, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL ANTENNA

(54) 発明の名称: 光アンテナ



(57) Abstract: An optical antenna comprising an optical element mount (3) for disposing the fiber ends (1a, 2a) of optical fibers (1, 2) at mutually different positions, and an optical system (4) for optical transmission/reception adapted such that when laser beams are emitted from the fiber ends (1a, 2a), the optical system collimates the laser beams into parallel beams directed to space and when laser beams arrive from space, it focuses the laser beams on the fiber ends (1a, 2a). This makes it possible to set the two optical transmission/reception directions (5, 6) without mounting a complicated machine elements.

(57) 要約: 光ファイバ 1, 2 のファイバ端 1a, 2a を互いに異なる位置に配置する光素子マウント 3 と、そのファイバ端 1a, 2a からレーザービームが放射されると、そのレーザービームを空間に向けて平行光にコリメートし、空間からレーザービームが到来すると、そのレーザービームをファイバ端 1a, 2a に集光する光送受信光学系 4 とを設ける。これにより、複雑な機械要素を搭載することなく、2つの光送受信方向 5, 6 を設定することができる。



添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 光アンテナ

## 技術分野

この発明は、空間に向けてレーザービームを送受信する光アンテナに関するものである。

## 背景技術

従来の光アンテナは、光学系の結像レンズに対する光ファイバの位置を3次元的に移動調整する位置調整部を設け、また、光アンテナを収納配置する筐体を移動制御するジンバル機構を設けることにより、レーザービームの送受信方向を制御している（以下の特許文献1を参照）。

## ・特許文献1

特開平10-233738号公報（段落番号[0018]から[0022]、図2）

従来の光アンテナは以上のように構成されているので、測定対象物の位置が変化しても、測定対象物の位置に応じてレーザービームの送受信方向を制御することができる。しかし、レーザービームの送受信方向を制御するには、複雑な機械要素から為る位置調整部とジンバル機構を設ける必要があるため、コスト高や重量の増大を招く課題があった。

また、測定対象物の位置が変化する度に、光ファイバや筐体を3次元的に移動調整する必要があるため、位置調整部やジンバル機構の位置決め時間に依存するタイムラグが存在する課題もあった。

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、複雑な機械要素を搭載することなく、複数の光送受信方向を設定することが

できる光アンテナを得ることを目的とする。

#### 発明の開示

この発明に係る光アンテナは、複数の光送受信手段を互いに異なる位置に配置する配置手段と、その光送受信手段から光信号が放射されると、その光信号を球面波に屈折して空間に送信し、空間から光信号が到来すると、その光信号を光送受信手段に集光する光学系とを設けたものである。

このことによって、複雑な機械要素を搭載することなく、複数の光送受信方向を設定することができる効果がある。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明の実施の形態 1 による光アンテナを示す構成図である。

第 2 図はこの発明の実施の形態 2 による光アンテナを示す構成図である。

第 3 図はこの発明の実施の形態 3 による光アンテナを示す構成図である。

第 4 図はこの発明の実施の形態 4 による光アンテナを示す構成図である。

第 5 図はこの発明の実施の形態 5 による光アンテナを示す構成図である。

第 6 図はこの発明の実施の形態 6 による光アンテナを示す構成図である。

第 7 図はこの発明の実施の形態 7 による光アンテナを示す構成図である。

第 8 図はこの発明の実施の形態 8 による光アンテナを示す構成図である。

第 9 図はこの発明の実施の形態 9 による光アンテナを示す構成図である。

第 10 図はこの発明の実施の形態 10 による光アンテナの一部を示す構成図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための最良の形態について、添付の図面に従って説明する。

##### 実施の形態 1.

第 1 図はこの発明の実施の形態 1 による光アンテナを示す構成図である。図において、光送受信部（光送受信手段）の光ファイバ 1，2 は、その光送受信部から送信されるレーザービーム（光信号）を光送受信光学系 4 に放射する一方、光送受信光学系 4 により集光されたレーザービームを受光して光送受信部に出力する。

光素子マウント 3 は光送受信光学系 4 の像面上において、光ファイバ 1，2 のファイバ端 1 a，2 a を互いに異なる位置に配置している。なお、光素子マウント 3 は配置手段を構成している。光送受信光学系 4 は写真レンズなどの撮像光学系を原型とする透過型レンズであり、光ファイバ 1，2 のファイバ端 1 a，2 a からレーザービームが放射されると、そのレーザービームを球面波に屈折して空間に送信する。即ち、空間に向けて平行光にコリメートする。また、空間からレーザービームが到来すると、そのレーザービームを光ファイバ 1，2 のファイバ端 1 a，2 a に集光する。

なお、光送受信光学系 4 は光ファイバ 1，2 の光軸からの高さ以上の

像高で収差が十分小さくなるように構成されている。

次に動作について説明する。

この実施の形態 1 では、レーザービームの光送受信方向として、固定的な 2 方向を得るため、光素子マウント 3 が光送受信光学系 4 の像面上において、光ファイバ 1, 2 のファイバ端 1 a, 2 a を互いに異なる位置に配置している。

例えば、光ファイバ 1 のファイバ端 1 a からレーザービームが放射されると、光送受信光学系 4 は、そのレーザービームを平行光にコリメートし、光送受信方向 5 のレーザービームを空間に出射する。

また、光ファイバ 2 のファイバ端 2 a からレーザービームが放射されると、光送受信光学系 4 は、そのレーザービームを平行光にコリメートし、光送受信方向 6 のレーザービームを空間に出射する。

逆に、空間から光送受信方向 5 のレーザービームが到来すると、光送受信光学系 4 は、そのレーザービームを光ファイバ 1 のファイバ端 1 a に集光する。これにより、そのレーザービームが光ファイバ 1 のファイバ端 1 a に入射されるため、そのレーザービームが光ファイバ 1 に接続されている光送受信部に受光される。

また、空間から光送受信方向 6 のレーザービームが到来すると、光送受信光学系 4 は、そのレーザービームを光ファイバ 2 のファイバ端 2 a に集光する。これにより、そのレーザービームが光ファイバ 2 のファイバ端 2 a に入射されるため、そのレーザービームが光ファイバ 2 に接続されている光送受信部に受光される。

ここで、光送受信光学系 4 によりコリメートされたレーザービームの口径を  $D$ 、光ファイバ 1, 2 のファイバ端 1 a, 2 a から空間に放射されるレーザービームの放射角度の半角を  $\theta$  とすると、光送受信光学系 4 の焦点距離  $f$  は下記の式 (1)、(2) から決定される。

$$NA = \sin \theta \quad (1)$$

$$f = D / (2 \cdot NA) \quad (2)$$

また、光送受信方向 5, 6 は、光ファイバ 1, 2 のファイバ端 1 a, 2 a の位置により決定される。

即ち、第 1 図に示すように、光送受信光学系 4 の像面上に直行座標系 (X, Y) をとり、原点 O (0, 0) から光送受信光学系 4 を見込む方向に Z 軸をとると、光ファイバ 1 のファイバ端 1 a は光軸上にあるので、光送受信方向 5 の方向余弦余弦  $\vec{a}(x, y, z)$  は下記の式 (3) により表される。

$$\vec{a} = (0, 0, 1) \quad (3)$$

また、光ファイバ 2 のファイバ端 2 a の X Y 平面上の座標を P (X 1, Y 1) とすると、光送受信方向 6 の方向余弦余弦  $\vec{b}(x, y, z)$  は下記の式 (4) により表される。

$$\vec{b} = \left( \frac{-X1}{\sqrt{X1^2 + Y1^2 + f^2}}, \frac{-Y1}{\sqrt{X1^2 + Y1^2 + f^2}}, \frac{f}{\sqrt{X1^2 + Y1^2 + f^2}} \right) \quad (4)$$

以上で明らかなように、この実施の形態 1 によれば、光ファイバ 1, 2 のファイバ端 1 a, 2 a を互いに異なる位置に配置する光素子マウント 3 と、そのファイバ端 1 a, 2 a からレーザービームが放射されると、そのレーザービームを空間に向けて平行光にコリメートし、空間からレーザービームが到来すると、そのレーザービームをファイバ端 1 a, 2 a に集光する光送受信光学系 4 とを設けるように構成したので、複雑な機械要素を搭載することなく、2 つの光送受信方向 5, 6 を設定することができる効果を奏する。

なお、複雑な機械要素を搭載する必要がないので、小型軽量化と低コスト化が可能になる。また、機械的駆動を用いないので、光送受信方向

の再現性を高めることができる。

この実施の形態 1 では、光素子マウント 3 が光送受信部を構成する光ファイバ 1, 2 のファイバ端 1 a, 2 a を互いに異なる位置に配置するものについて示したが、これに限るものではなく、例えば、光送受信部を構成する光源や受光素子を配置するようにしてもよい。この場合、光送受信部はレーザービームの送信又は受信のいずれか一方のみを実施することになる。

実施の形態 2 .

第 2 図はこの発明の実施の形態 2 による光アンテナを示す構成図である。図において、第 1 図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

光送受信部の光ファイバ 1 1 ~ 1 5 は、その光送受信部から送信されるレーザービームを光送受信光学系 4 に放射する一方、光送受信光学系 4 により集光されたレーザービームを受光して光送受信部に出力する。

光送受信方向 2 1 ~ 2 5 は光アンテナにより設定されるレーザービームの方向である。

上記実施の形態 1 では、レーザービームの光送受信方向として、固定的な 2 方向を得るものについて示したが、光素子マウント 3 が 3 本以上の光ファイバのファイバ端を配置するようにすれば、レーザービームの光送受信方向として、3 方向以上設定することができる。

第 2 図の例では、光素子マウント 3 が 5 本の光ファイバ 1 1 ~ 1 5 のファイバ端 1 1 a ~ 1 5 a を配置することにより、5 方向の光送受信方向 2 1 ~ 2 5 を得ている。

実施の形態 3 .



第 3 図はこの発明の実施の形態 3 による光アンテナを示す構成図である。図において、第 1 図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。第 3 図の光アンテナは、風速計測 L I D A R 装置に適用される。

光送受信部 3 1, 3 2 は空間に向けて送信するレーザービームを放射、または、空間から到来するレーザービームを受光する光送受信手段を構成している。光送受信部 3 1, 3 2 のレーザー光源 3 3 は制御装置 3 6 の指示の下、レーザービームを発光し、光路 2 分岐部 3 4 は光ファイバ 1, 2 を 2 分岐している。光受信機 3 5 は光ファイバ 1, 2 からレーザービームを受光し、そのレーザービームを電気信号に変換して制御装置 3 6 に出力する。制御装置 3 6 はレーザー光源 3 3 の駆動を制御するとともに、光受信機 3 5 から出力される電気信号を監視して測定点 4 1, 4 2 (測定対象物) の風速を計測する。

なお、第 3 図の光送受信光学系 4 はダブルガウス型の構成を示している。

次に動作について説明する。

2 つの異なる測定点 4 1, 4 2 の風速を同時に計測する場合、制御装置 3 6 が光送受信部 3 1, 3 2 のレーザー光源 3 3 を同時に駆動する。

光送受信部 3 1, 3 2 のレーザー光源 3 3 は、制御装置 3 6 から駆動指令を受けると、レーザービームを発光する。レーザー光源 3 3 から発光されたレーザービームは、光路 2 分岐部 3 4 を経由して、光ファイバ 1, 2 のファイバ端 1 a, 2 a から光送受信光学系 4 に放射される。

光送受信光学系 4 は、光ファイバ 1, 2 のファイバ端 1 a, 2 a からレーザービームが放射されると、そのレーザービームを平行光にコリメートし、そのレーザービームを測定点 4 1, 4 2 に向けて出射する。なお、光送受信光学系 4 から出射されるレーザービームの光送受信方向 5

、6は、上記実施の形態1と同様に、光素子マウント3によるファイバ端1a、2aの配置により決定されるので、レーザービームが測定点41、42に集光するように、光素子マウント3がファイバ端1a、2aを配置しているものとする。

また、光送受信光学系4は、高度に収差補正を行うので、光送受信光学系4を通過したレーザービームは精度の高い球面波になる。

測定点41、42に集光されたレーザービームは、測定点41、42に存在する塵により散乱され、一部のレーザービームが光送受信光学系4に戻ってくる。

光送受信光学系4は、一部のレーザービームが戻ってくると、光送受信方向5のレーザービームは光ファイバ1のファイバ端1aに集光し、光送受信方向6のレーザービームは光ファイバ2のファイバ端2aに集光する。

これにより、光送受信方向5のレーザービームは光ファイバ1のファイバ端1aに入射され、光路2分岐部34経由で光受信機35に到達する。

また、光送受信方向6のレーザービームは光ファイバ2のファイバ端2aに入射され、光路2分岐部34経由で光受信機35に到達する。

光送受信部31、32の光受信機35は、光ファイバ1、2からレーザービームを受光すると、そのレーザービームを電気信号に変換して制御装置36に出力する。

制御装置36は、光送受信部31、32の光受信機35から電気信号を受けると、その電気信号を監視して測定点41、42の風速を計測する。

以上で明らかなように、この実施の形態3によれば、上記実施の形態1と同様に、複雑な機械要素を搭載することなく、2つの光送受信方向

5, 6を設定することができるので、重量の増加やコスト高を招くことなく、2方向の風速を計測することができる効果を奏する。

なお、この実施の形態3では、2方向の風速を計測するものについて示したが、上記実施の形態2と同様にして、光素子マウント3が3本以上の光ファイバのファイバ端を配置するようにすれば、3方向以上の風速を計測することができる。

また、この実施の形態3では、2方向の風速を同時に計測するものについて示したが、2方向の風速を必ずしも同時に計測する必要はなく、制御装置36が光送受信部31の光受信機35又は光送受信部32の光受信機35のいずれかを適宜駆動するようにしてもよい。

#### 実施の形態4.

第4図はこの発明の実施の形態4による光アンテナを示す構成図である。図において、第3図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

直進レール51の移動要素は光ファイバ1, 2を固定し、直進レール51のガイドは光素子マウント3に固定されている。移動平板53はロッド54にベアリングを介して保持され、直進アクチュエータ52によって駆動されると、ロッド54に沿う方向に移動する。

なお、直進レール51、直進アクチュエータ52、移動平板53及びロッド54からファイバ端1a, 2aの位置を可変する駆動機構が構成されている。

上記実施の形態3では、光送受信方向を任意に設定可能な光アンテナを示したが、測定距離Sを変更することはできない。

しかし、写真撮影において、被写体の距離に応じて焦点合わせを行うことを応用すれば、同じ光送受信光学系4で異なる距離の測定を行うこ

ともできる。

この実施の形態 4 では、異なる距離の測定を行える光アンテナについて説明する。

まず、写真を撮影するときは、被写体にピントが合うようにレンズと写真乾板との間隔を調整する。その繰り出し量は被写体の距離がわかれば計算で求まる。

そこで、この実施の形態 4 では、測定距離  $S$  とファイバ端 1 a, 2 a の位置とが結像関係と一致するように制御する。

即ち、直進アクチュエータ 5 2 を制御すれば、移動平板 5 3 をロッド 5 4 に沿う方向に移動させることができ、移動平板 5 3 と直進レール 5 1 の移動要素が接触することで、ファイバ端 1 a, 2 a の位置が直進レール 5 1 のガイドに沿う方向に移動する。

よって、直進アクチュエータ 5 2 を適宜制御することにより、ファイバ端 1 a, 2 a を所望の位置に変更することができる。

この実施の形態 4 によれば、光送受信方向を任意に設定することができるのと同時に、測定点までの距離を変更することができるので、測定点の自由度を高めることができる効果を奏する。

#### 実施の形態 5 .

第 5 図はこの発明の実施の形態 5 による光アンテナを示す構成図である。図において、第 3 図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

光ファイバ 1 A, 1 B のファイバ端は光素子マウント 3 の異なる位置に配置され、光ファイバ 2 A, 2 B のファイバ端は光素子マウント 3 の異なる位置に配置されている。光素子切替部 6 1 は遠測定点 4 1 a, 4 2 a の風速を測定する場合には、光ファイバ 1, 2 をそれぞれ光ファイ

バ 1 A, 2 A と接続し、近測定点 4 1 b, 4 2 b の風速を測定する場合  
には、光ファイバ 1, 2 をそれぞれ光ファイバ 1 B, 2 B と接続する。  
なお、光素子切替部 6 1 は選択手段を構成している。

上記実施の形態 4 では、駆動機構を用いて測定距離 S を変更するもの  
について示したが、駆動機構を搭載すると、重量の増大やコスト高を招  
くことがある。また、光送受信方向 5, 6 は固定で、測定点までの距離  
のみを変化させるので、同時計測する 2 つの測定点の間隔が測定距離 S  
に比例して変化する。風速の測定では、この測定点の間隔の変化が測定  
誤差の原因となる可能性がある。

この実施の形態 5 では、駆動機構を用いずに測定距離 S を変更できる  
とともに、測定距離 S に関係なく 2 つの測定点の間隔を一定にしている  
光アンテナについて説明する。

光素子マウント 3 は、光送受信光学系 4 から放射されたレーザービー  
ムが遠測定点 4 1 a, 4 2 a に集光するように光ファイバ 1 A, 2 A の  
ファイバ端を配置し、光送受信光学系 4 から放射されたレーザービー  
ムが近測定点 4 1 b, 4 2 b に集光するように光ファイバ 1 B, 2 B のフ  
ァイバ端を配置している。

光素子切替部 6 1 は、遠測定点 4 1 a, 4 2 a の風速を測定する場合  
、光ファイバ 1, 2 をそれぞれ光ファイバ 1 A, 2 A と接続し、近測定  
点 4 1 b, 4 2 b の風速を測定する場合、光ファイバ 1, 2 をそれぞれ  
光ファイバ 1 B, 2 B と接続する。

この実施の形態 5 によれば、光送受信方向を任意に設定することがで  
きるとともに、測定点までの距離を変更することができるので、測定点  
の自由度を高めることができる効果を奏する。

また、駆動機構を用いずに測定距離 S を変更できるので、駆動機構の  
位置決め時間に依存するタイムラグがなく、瞬時に測定距離を切り替え

ることができる効果を奏する。

さらに、駆動機構を搭載しないので、装置の軽量化と低コスト化を図ることができる効果を奏する。

#### 実施の形態 6 .

第 6 図はこの発明の実施の形態 6 による光アンテナを示す構成図である。図において、第 3 図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

光素子切替部 6 2 は光素子マウント 3 に配置されている複数の光ファイバ  $n$  ( $n = 1, 2, \dots, N$ ) の中から、測定対象物である移動目標 4 3 の位置に対応する光ファイバ  $n$  を選択し、その光ファイバ  $n$  と光ファイバ 1 を接続する。なお、光素子切替部 6 2 は選択手段を構成している。

上記実施の形態 5 では、測定点までの距離を変更する際に光素子切替部 6 1 が光ファイバ 1, 2 の接続先を切り替えるものについて示したが、移動目標 4 3 が移動して、送受信光学系 4 が移動目標 4 3 を見込む角度が随時変化するとき、光送受信方向 5 が移動目標 4 3 を見込む角度と一致するように、光素子切替部 6 2 が光ファイバ 1 の接続先を切り替えるようにしてもよい。

この実施の形態 6 によれば、駆動機構を搭載することなく、移動目標 4 3 を随時捕捉することができるので、装置の軽量化と低コスト化を図ることができる効果を奏する。また、駆動機構の位置決め時間に依存するタイムラグがないので、移動目標 4 3 が高速に移動する場合でも、移動目標 4 3 の捕捉を継続することができる効果を奏する。

#### 実施の形態 7 .

第 7 図はこの発明の実施の形態 7 による光アンテナを示す構成図である。図において、第 6 図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

制御装置 6 4 は移動目標 4 3 の位置変化に応じて光素子切替部 6 2 及び直進ステージ 6 3 の少なくとも一方を制御して、送受信光学系 4 の位置又は角度を可変する。なお、制御装置 6 4 及び直進ステージ 6 3 は選択手段を構成している。

上記実施の形態 6 では、光送受信方向 5 が移動目標 4 3 を見込む角度と一致するように、光素子切替部 6 2 が光ファイバ 1 の接続先を切り替えるものについて示したが、光素子マウント 3 に実装できる光ファイバ  $n$  の密度（間隔）は物理的制限があり、光送受信方向 5 の角度が離散的になることは避けられない。したがって、移動目標 4 3 が遠方になる程、測定できない時間が長くなり、移動目標 4 3 をロストする可能性が高まる。

この実施の形態 7 では、移動目標 4 3 が遠方に位置しても、測定できない時間を短くして、移動目標 4 3 をロストする可能性を低減するようにしている。

具体的には次の通りである。

移動目標 4 3 までの測定距離  $S$  が短い場合、光送受信方向 5 の角度が離散的であることに伴う測定できない時間は短い。このときは、制御装置 6 4 が光素子切替部 6 2 を制御することにより、上記実施の形態 6 と同様にして、光ファイバ 1 の接続先を切り替えるようにする。

一方、移動目標 4 3 までの測定距離  $S$  が長い場合、光送受信方向 5 の角度が離散的であることに伴う測定できない時間が長くなり、移動目標 4 3 を見失う可能性が高まる。このときは、制御装置 6 4 が直進ステージ 6 3 を制御して、光送受信光学系 4 を微小量移動させることにより（

光ファイバ $n$ の切替による光送受信方向 $5$ の角度のピッチよりも細かい角度に対する分だけ移動させる)、移動目標 $43$ を追尾する。

そして、光送受信方向 $5$ が隣接する光ファイバ $n-1$  (または $n+1$ )の光送受信方向との差分だけ移動すると、光素子切替部 $62$ が光ファイバ $1$ の接続先を隣接する光ファイバ $n-1$  (または $n+1$ )に切り替えて、直進ステージ $63$ を元の位置に復帰させるようにする。

この実施の形態 $7$ によれば、移動目標 $43$ が遠方に位置しても、測定できない時間を短くして、移動目標 $43$ をロストする可能性を低減することができる効果を奏する。

なお、この実施の形態 $7$ の場合、駆動機構を必要とするが、直進ステージ $63$ の制御は、あくまでも光素子切替部 $62$ による光送受信方向 $5$ の制御を補うものであるため、従来のものと比べて駆動制御を行う範囲は微小でよく、小型軽量や低コスト化に与える影響は少ない。

#### 実施の形態 $8$ .

第 $8$ 図はこの発明の実施の形態 $8$ による光アンテナを示す構成図である。図において、第 $6$ 図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

ステッピングモータ $67$ 、 $68$ は制御装置 $69$ の指示の下、光送受信光学系 $4$ の移動目標 $43$ 側に設置されているウェッジプリズム $65$ 、 $66$ を回転駆動する。制御装置 $69$ は移動目標 $43$ の位置変化に応じてステッピングモータ $67$ 、 $68$ を制御する。なお、ステッピングモータ $67$ 、 $68$ 及び制御装置 $69$ は選択手段を構成している。

上記実施の形態 $7$ では、制御装置 $64$ が直進ステージ $63$ を適宜制御することにより、光素子切替部 $62$ による光送受信方向 $5$ の制御分解能の限界を補うものについて示したが、制御装置 $69$ が移動目標 $43$ の位



置変化に応じてステッピングモータ 6 7, 6 8 を制御することにより、ウェッジプリズム 6 5, 6 6 によるレーザービームの屈折角度を調整して、光送受信方向 5 を微調整するようにしてもよく、上記実施の形態 7 と同様の効果を奏することができる。

なお、この実施の形態 8 の場合、駆動機構を必要とするが、ステッピングモータ 6 7, 6 8 の制御は、あくまでも光素子切替部 6 2 による光送受信方向 5 の制御を補うものであるため、従来のものと比べて駆動制御を行う範囲は微小でよく、小型軽量や低コスト化に与える影響は少ない。

#### 実施の形態 9 .

第 9 図はこの発明の実施の形態 9 による光アンテナを示す構成図である。図において、第 6 図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

筐体 7 0 は光送受信光学系 4 と光素子マウント 3 を固定保持し、2 軸ジンバル駆動機構 7 1 は制御装置 7 2 の指示の下、筐体 7 0 の設置角度を変化させる。制御装置 7 2 は移動目標 4 3 の位置変化に応じて 2 軸ジンバル駆動機構 7 1 を制御する。なお、2 軸ジンバル駆動機構 7 1 及び制御装置 7 2 は選択手段を構成している。

上記実施の形態 7 では、制御装置 6 4 が直進ステージ 6 3 を適宜制御することにより、光素子切替部 6 2 による光送受信方向 5 の制御分解能の限界を補うものについて示したが、制御装置 7 2 が移動目標 4 3 の位置変化に応じて 2 軸ジンバル駆動機構 7 1 を制御することにより、筐体 7 0 の設置角度を変化させて、光送受信方向 5 を微調整するようにしてもよく、上記実施の形態 7 と同様の効果を奏することができる。

なお、この実施の形態 9 の場合、駆動機構を必要とするが、2 軸ジン

バル駆動機構 7 1 の制御は、あくまでも光素子切替部 6 2 による光送受信方向 5 の制御を補うものであるため、従来のものと比べて駆動制御を行う範囲は微小でよく、小型軽量や低コスト化に与える影響は少ない。

実施の形態 1 0 .

第 1 0 図はこの発明の実施の形態 1 0 による光アンテナの一部を示す構成図である。図において、第 3 図と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

単レンズ 8 1 は正の屈折力を有する第 1 のレンズを構成し、単レンズ 8 2 は負の屈折力を有する第 2 のレンズを構成し、単レンズ 8 3 は正の屈折力を有する第 3 のレンズを構成し、単レンズ 8 4 は正の屈折力を有する第 4 のレンズを構成する。

なお、8 5 は光送受信光学系 4 の像面、8 6 , 8 7 は光送受信光学系 4 の焦点である。

上記実施の形態 1 ~ 9 では、特に言及していないが、例えば、光アンテナを L I D A R 装置に適用する場合、遠距離の測定点 4 1 , 4 2 を測定するには、大口径のレーザービームを送受信する必要がある。例えば、測定点 4 1 , 4 2 までの距離が数 1 0 0 m の場合、 $\phi 1 0 0 \text{ mm}$  程度のレーザービームを送受信できる送受信光学系 4 が必要となる。従って、市販の撮像光学系を必ずしも適用することができず、専用設計が必要となり、製造コストが高くなることがある。

また、上記実施の形態 3 ~ 5 における送受信光学系 4 の例では、単に撮像光学系を拡大しただけであるため、送受信するレーザービームの口径に対して、レンズの口径が 2 倍近くもあり、重量やサイズが問題となる。

この実施の形態 1 0 は、上記実施の形態 1 ~ 9 に用いる送受信光学系

4の小型・軽量化を図るものである。

第10図の光送受信光学系4は、以下の条件下で計測を行うように構成している。

- ・測定距離 S            10 m～無限遠
- ・測定方向             $< \pm 10^\circ$
- ・送受信ビーム直径    100 mm
- ・NA                    0.1

一般に、レンズの設計においては、同じレンズ枚数であれば、拘束条件が少ない程、高度な収差補正が可能であり、結像性能が向上する。

一方、同じ結像性能であれば、拘束条件が少ない程、レンズ枚数を削減することが可能となる。

そこで、光送受信光学系4においては、写真レンズと比較し、以下の拘束条件を開放して設計している。

(a) 写真レンズは、平面である写真乾板上に焦点を結ぶ必要があるが、送受信光学系4の像面85は湾曲を許容する。

(b) 写真レンズは、広い波長で色収差を補正する必要があるが、送受信光学系4では、使用するレーザービームの波長でのみ収差補正を行う。

さらに、光送受信光学系4においては、小型軽量や製造容易性の向上のため、以下のような工夫を施している。

(c) レンズ81, 83, 84を製造容易な平凸形状とする。

(d) レンズ81の対物側からレンズ84の像面側までの長さL1が長くなると、光線束の光軸からのずれ量が大きくなり、結果としてレンズ直径が大きくなるので、光送受信光学系4では、全長L1を焦点距離の $1/3$ 以下にして、レンズ81～84の有効径をレーザービームの直径の1.35倍以下に抑える。

この実施の形態 10 によれば、4 枚のレンズで光送受信光学系 4 を構成し、口径がレーザービーム径の 1.35 倍以下に抑えているので、小型軽量で、かつ、低コストを実現することができる。

また、4 枚のレンズのうち、3 枚を平凸形状としているので、生産が容易になり、低コストを実現することができる。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、この発明に係る光アンテナは、空間に向けてレーザービームを送受信するに際して、低コスト化や小型軽量化等を図る必要がある L I D A R 装置や光通信装置などに搭載するものに適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 空間に向けて送信する光信号を放射、または、空間から到来する光信号を受光する複数の光送受信手段を互いに異なる位置に配置する配置手段と、上記光送受信手段から光信号が放射されると、その光信号を球面波に屈折して空間に送信し、空間から光信号が到来すると、その光信号を上記光送受信手段に集光する光学系とを備えた光アンテナ。

2. 空間に向けて送信する光信号を放射、または、空間から到来する光信号を受光する複数の光送受信手段と、上記複数の光送受信手段を互いに異なる位置に配置する配置手段と、上記光送受信手段から光信号が放射されると、その光信号を球面波に屈折して空間に送信し、空間から光信号が到来すると、その光信号を上記光送受信手段に集光する光学系とを備えた光アンテナ。

3. 複数の光送受信手段を同時に駆動させる制御手段を設けたことを特徴とする請求の範囲第2項記載の光アンテナ。

4. 複数の光送受信手段のうち、任意の光送受信手段を駆動させる制御手段を設けたことを特徴とする請求の範囲第2項記載の光アンテナ。

5. 配置手段により配置されている光送受信手段の位置を可変する駆動機構を設けたことを特徴とする請求の範囲第2項記載の光アンテナ。

6. 配置手段が配置している複数の光ファイバの中から任意の光ファイバを選択し、その光ファイバを光送受信手段に接続する選択手段を設け

たことを特徴とする請求の範囲第 2 項記載の光アンテナ。

7. 選択手段は、測定対象物の位置に対応する光ファイバを選択することを特徴とする請求の範囲第 6 項記載の光アンテナ。

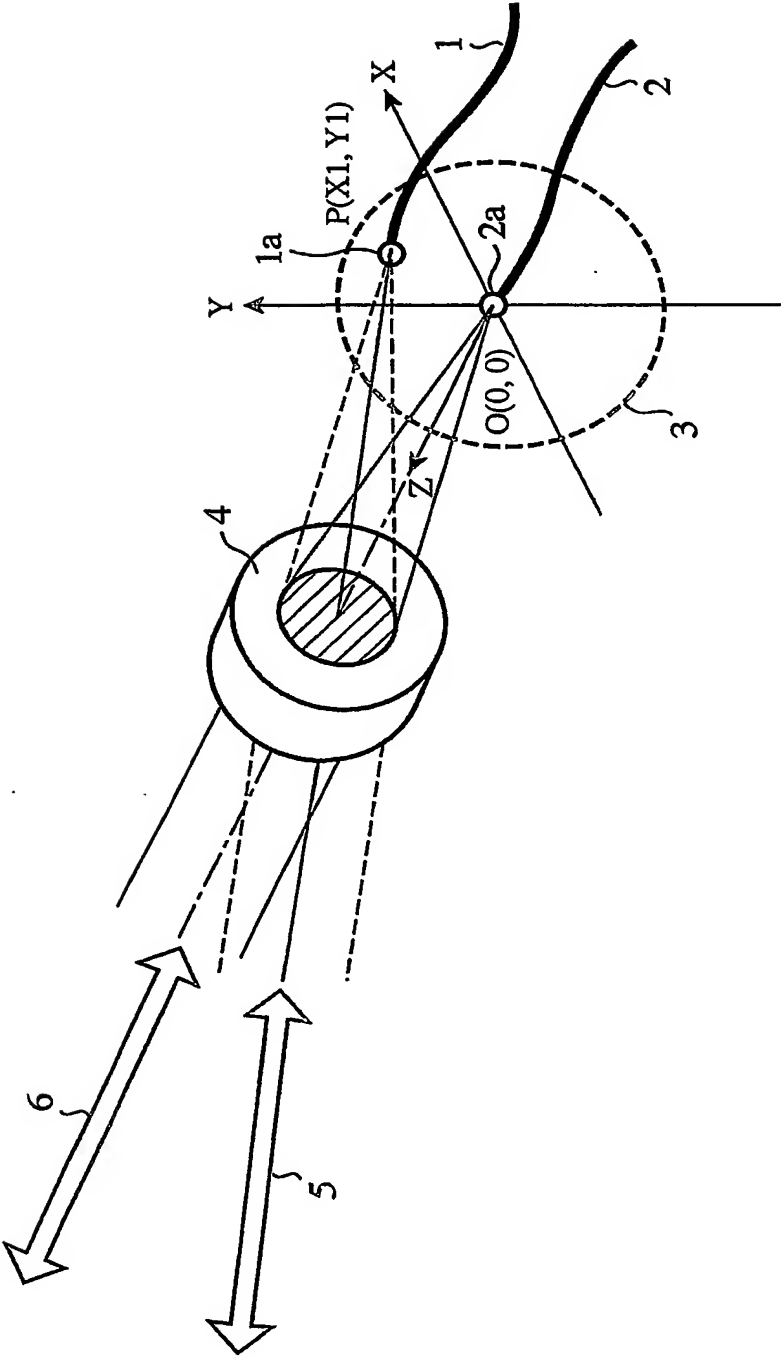
8. 選択手段は、測定対象物の位置変化に応じて光学系の位置又は角度を可変することを特徴とする請求の範囲第 7 項記載の光アンテナ。

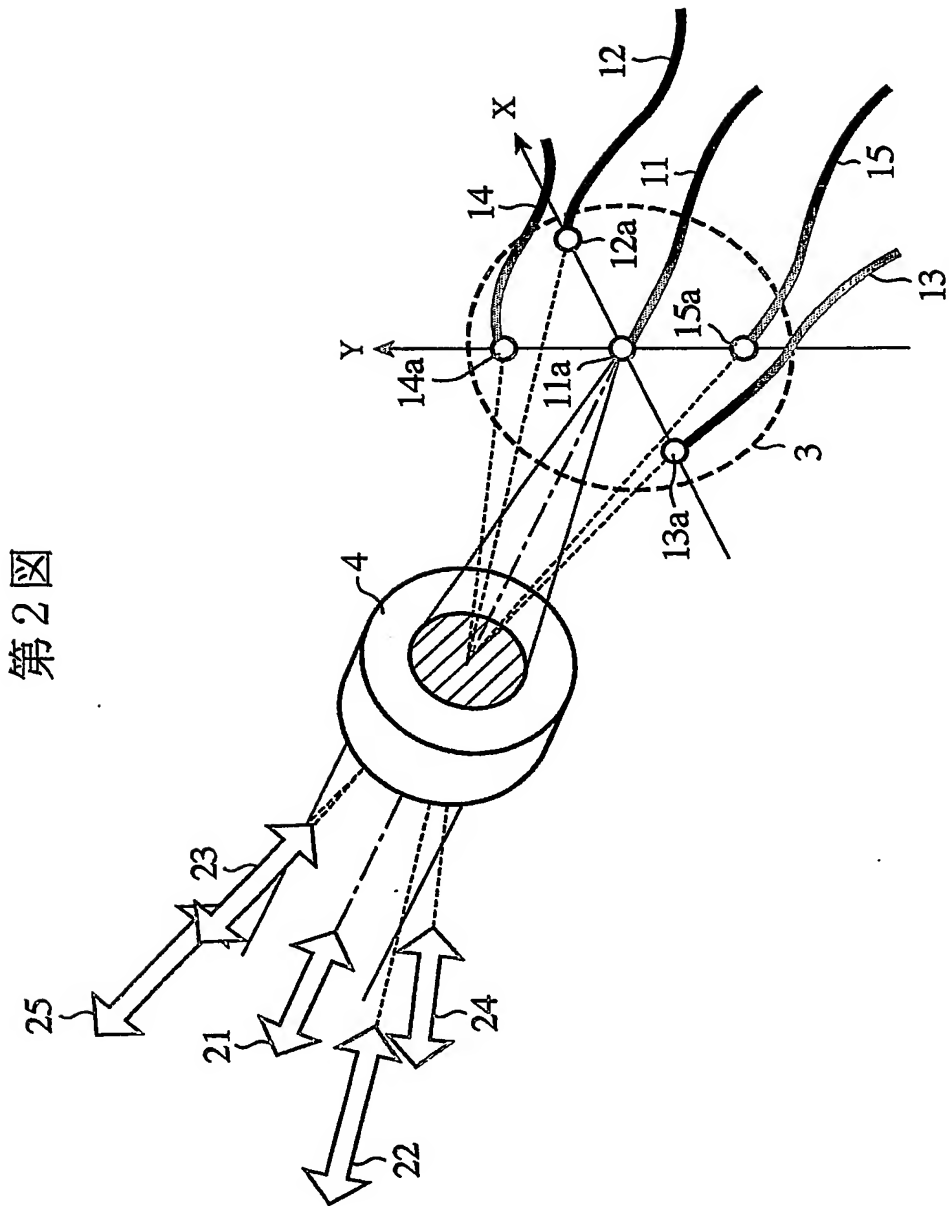
9. 選択手段は、光学系の測定対象物側にウェッジプリズムが設置されている場合、その測定対象物の位置変化に応じて当該ウェッジプリズムを回転させることを特徴とする請求の範囲第 7 項記載の光アンテナ。

10. 選択手段は、測定対象物の位置変化に応じて光学系及び配置手段をジンバル駆動することを特徴とする請求の範囲第 7 項記載の光アンテナ。

11. 正の屈折力を有する第 1 のレンズと、負の屈折力を有する第 2 のレンズと、正の屈折力を有する第 3 のレンズと、正の屈折力を有する第 4 のレンズとから光学系を構成し、測定対象物側から順番に上記第 1 のレンズ、上記第 2 のレンズ、上記第 3 のレンズ及び上記第 4 のレンズを配置することを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の光アンテナ。

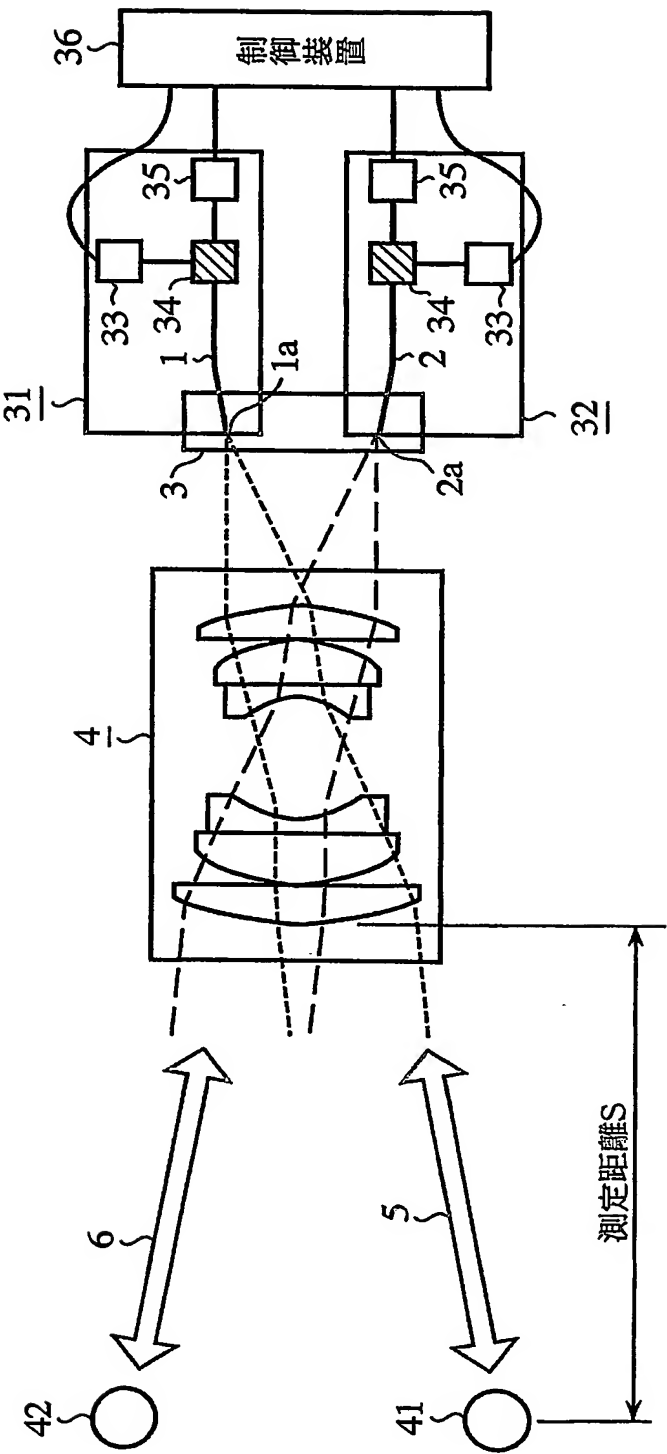
第1図



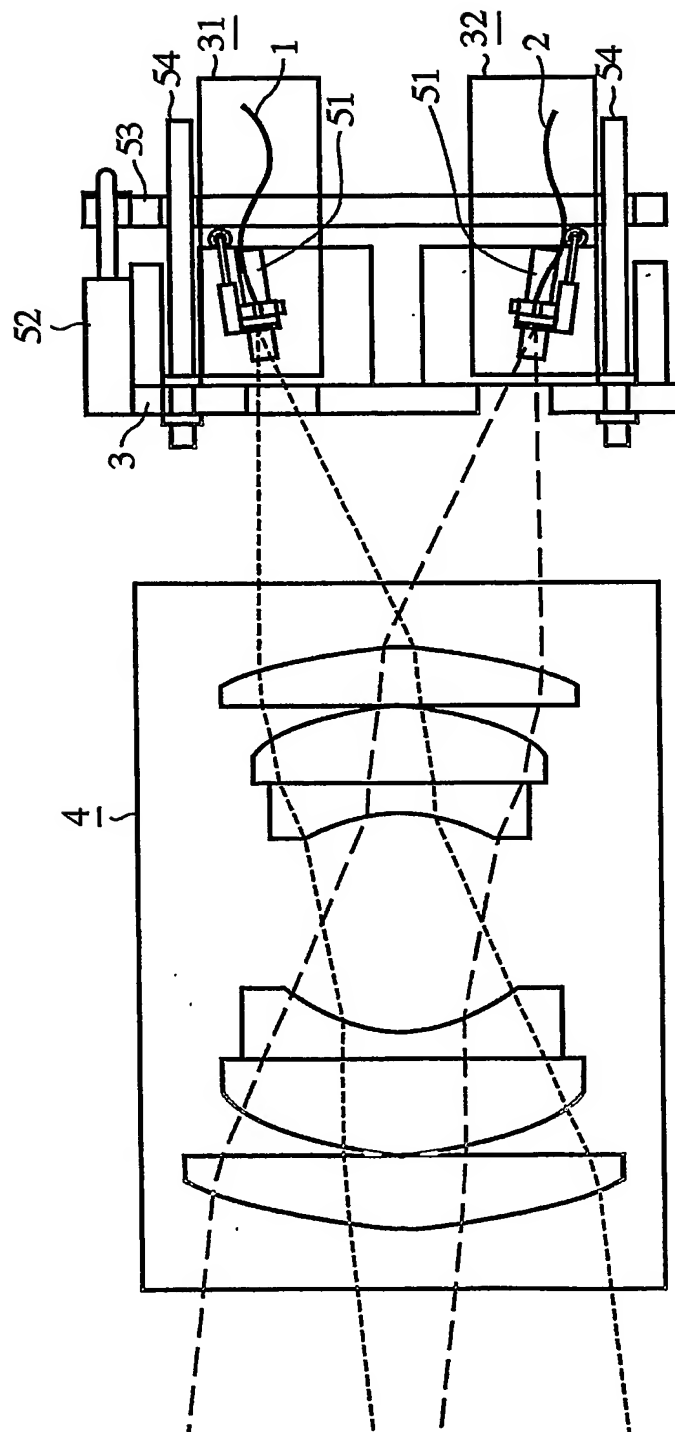




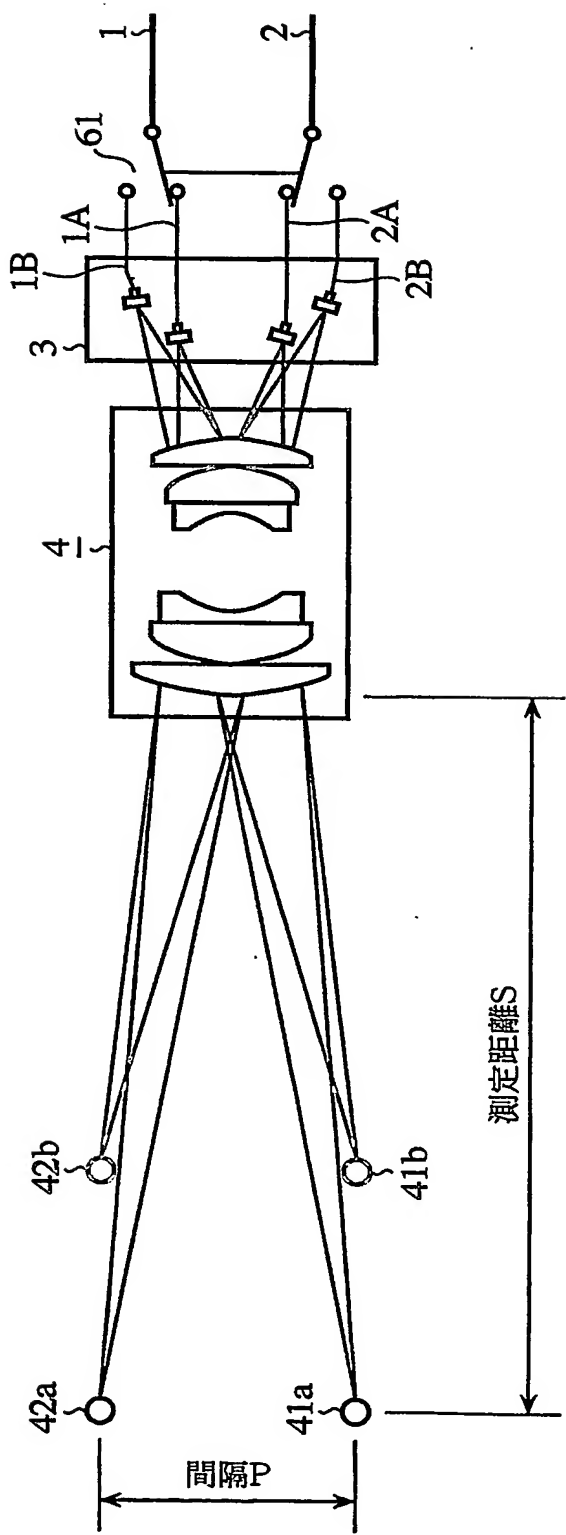
第3図



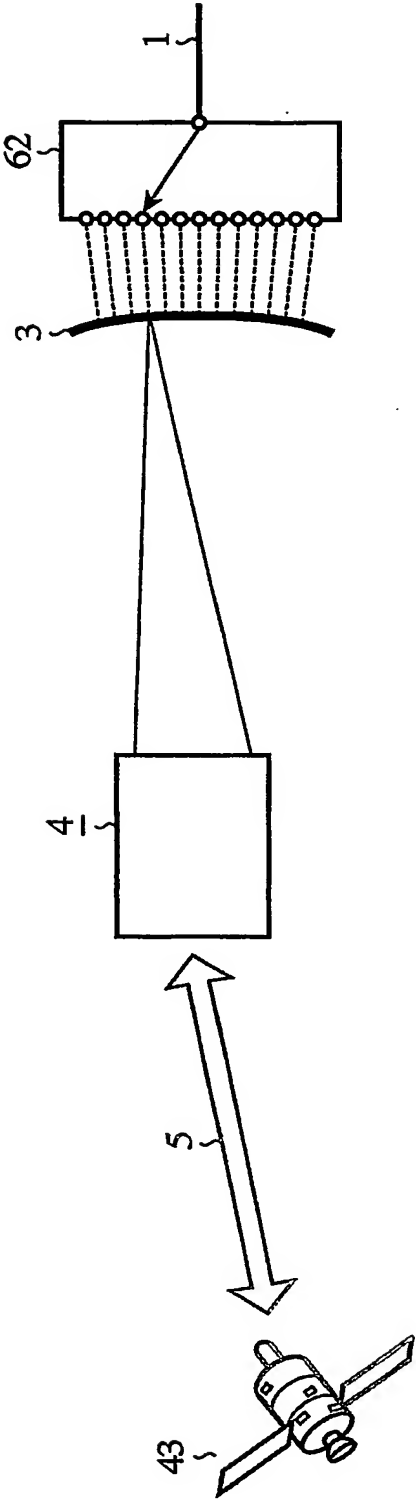
第4図



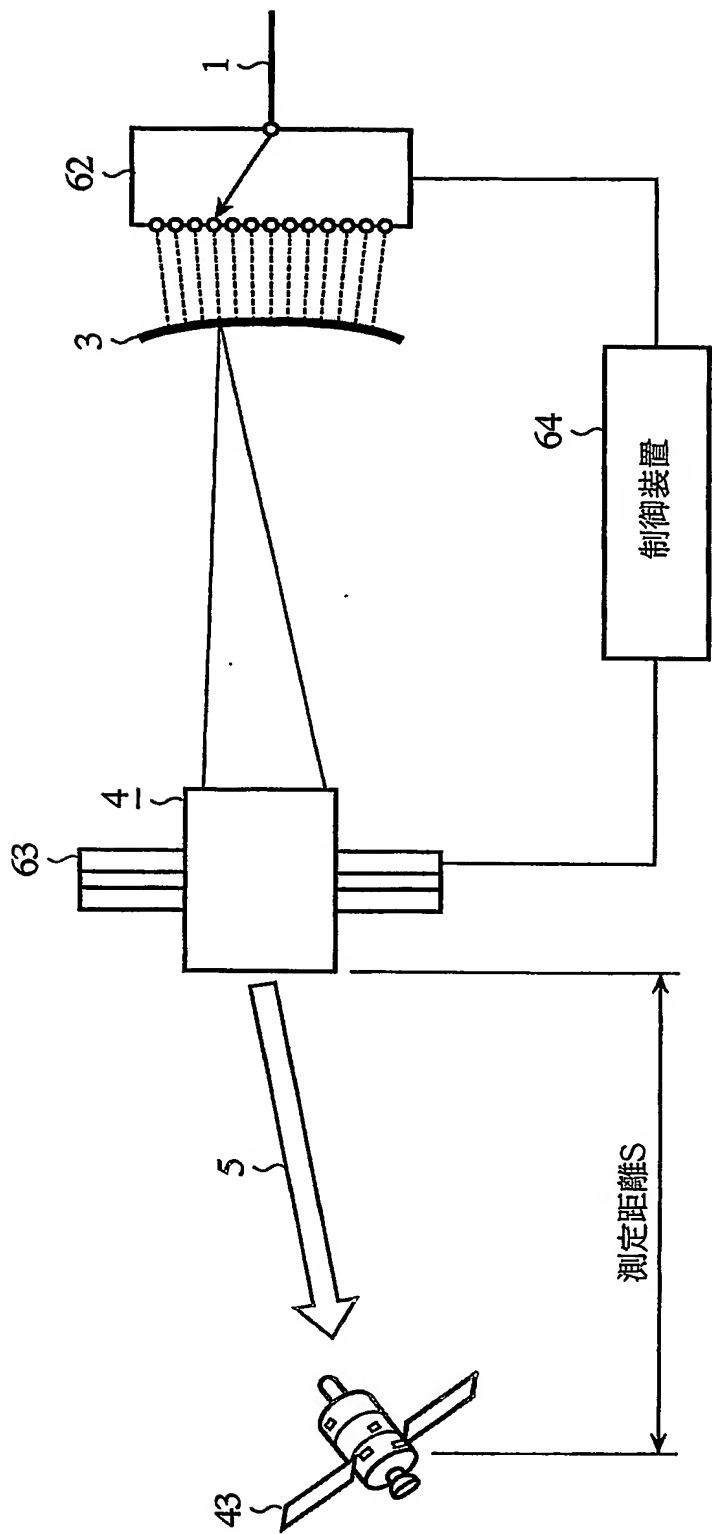
第5図



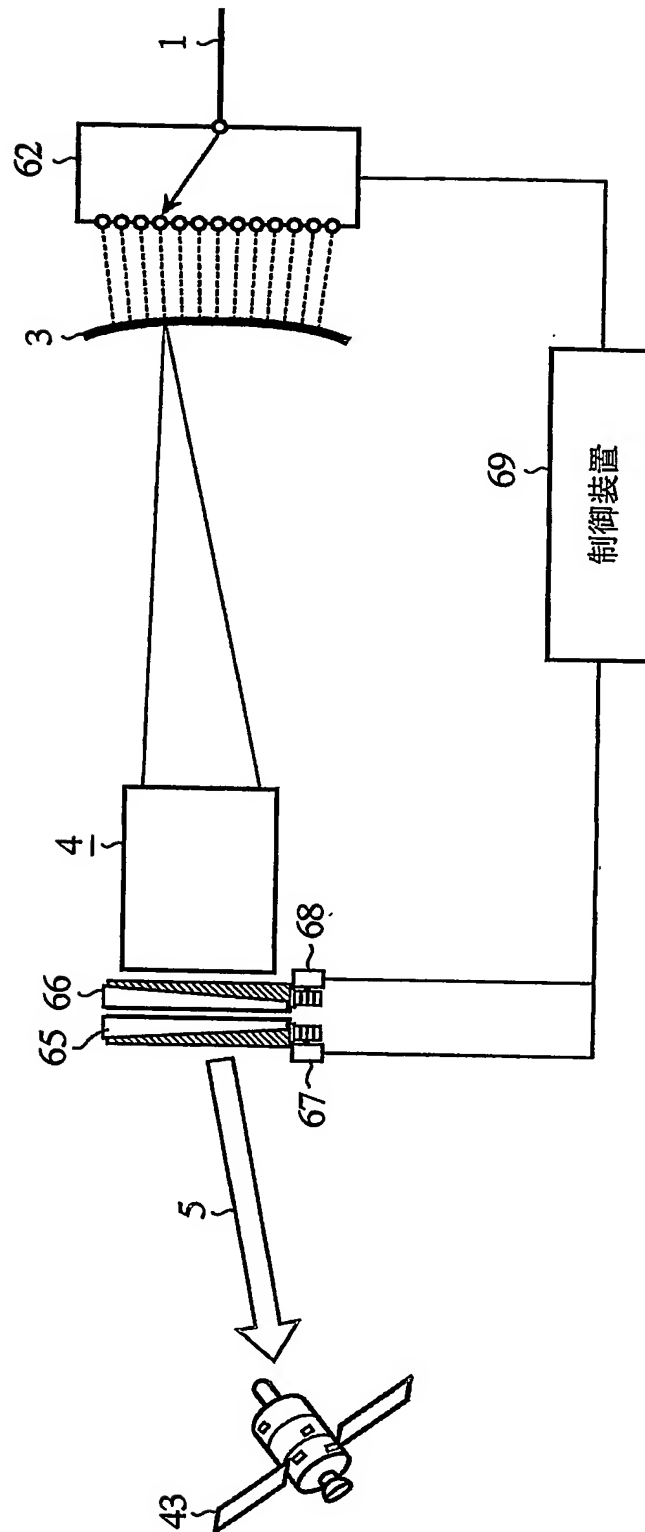
第6図



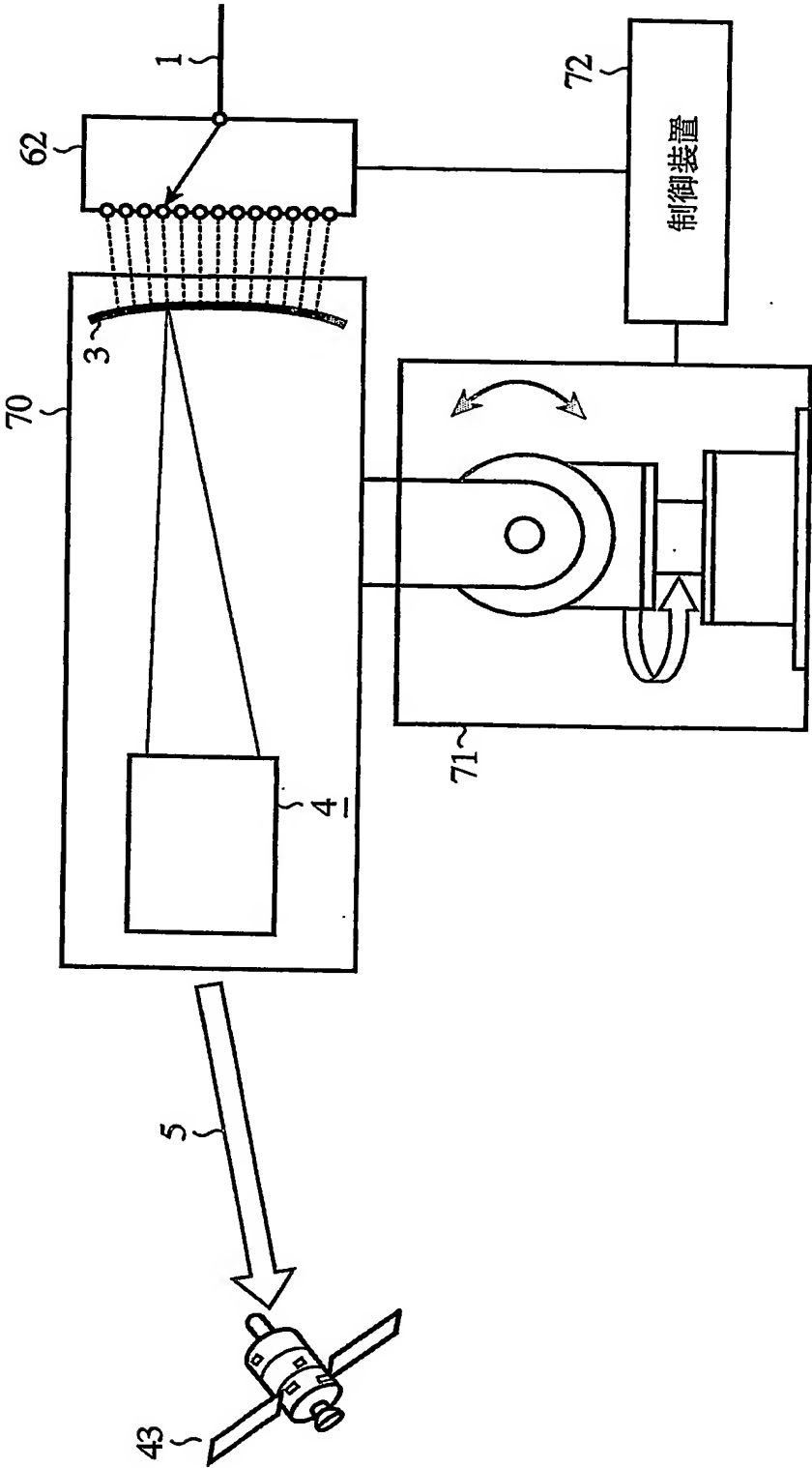
第7図



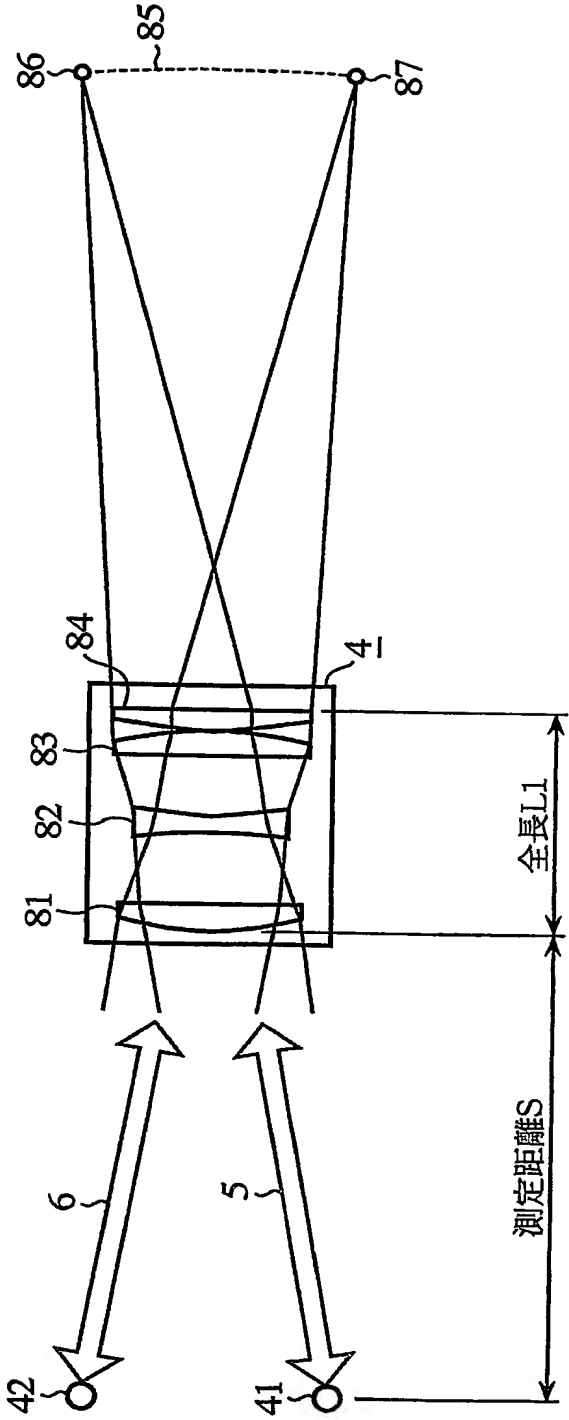
第8図



第9図



第10図





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/01034

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H04B10/105, G01S7/48, G02B13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04B10/00-10/28, H04J14/00-14/08, G01S7/48, G02B13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 63-95742 A (Canon Inc.), 26 April, 1988 (26.04.88), Full text; all drawings (Family: none)	1-4 5-11
X Y	JP 8-65031 A (Fujitsu Denso Ltd.), 08 March, 1996 (08.03.96), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-4 5-11
Y	JP 9-64821 A (Totoku Electric Co., Ltd.), 07 March, 1997 (07.03.97), Par. Nos. [0014], [0015]; Figs. 7, 8 (Family: none)	5-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
--	--

Date of the actual completion of the international search  
06 May, 2003 (06.05.03)

Date of mailing of the international search report  
20 May, 2003 (20.05.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/01034

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-98027 A (NEC Corp.), 07 April, 2000 (07.04.00), Par. No. [0018] (Family: none)	9
Y	JP 11-177501 A (Contraves AG.), 02 July, 1999 (02.07.99), Full text; all drawings & CA 2242458 A1 & EP 0883253 A1 & US 6473213 A	10
Y	JP 4-93910 A (Ricoh Optical Industries Co., Ltd.), 26 March, 1992 (26.03.92), Page 2 (Family: none)	11
A	JP 61-98033 A (Hitachi, Ltd.), 16 May, 1986 (16.05.86), Full text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2001-285203 A (Kabushiki Kaisha Fuchu Giken), 12 October, 2001 (12.10.01), Full text; all drawings (Family: none)	5-8
A	JP 59-85150 A (Hitachi, Ltd.), 17 May, 1984 (17.05.84), Full text; all drawings (Family: none)	10

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO3/01034

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04B10/105  
G01S 7/48  
G02B13/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04B10/00-10/28  
H04J14/00-14/08  
G01S 7/48 G02B13/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 63-95742 A (キヤノン株式会社) 1988. 04. 26 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4 5-11
X Y	JP 8-65031 A (富士通電装株式会社) 1996. 03. 08 全文, 図1, 図2 (ファミリーなし)	1-4 5-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.05.03

国際調査報告の発送日

20.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

遠山 敬彦



5 J

9855

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 9-64821 A (東京特殊電線株式会社) 1997. 03. 07 【0014】段落, 【0015】段落, 図7, 図8 (ファミリーなし)	5-8
Y	JP 2000-98027 A (日本電気株式会社) 2000. 04. 07 【0018】段落 (ファミリーなし)	9
Y	JP 11-177501 A (エーリコンーコントラベス・アク チエンゲゼルシャフト) 1999. 07. 02 全文, 全図 & CA 2242458 A1 & EP 0883253 A1 & US 6473213 A	10
Y	JP 4-93910 A (リコー光学株式会社) 1992. 03. 26 第2頁 (ファミリーなし)	11
A	JP 61-98033 A (株式会社日立製作所) 1986. 05. 16 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2001-285203 A (株式会社府中技研) 2001. 10. 12 全文, 全図 (ファミリーなし)	5-8
A	JP 59-85150 A (株式会社日立製作所) 1984. 05. 17 全文, 全図 (ファミリーなし)	10